

PGT/JP2004/018238

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

01.12.2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日            2 0 0 3 年 1 2 月    5 日  
Date of Application:

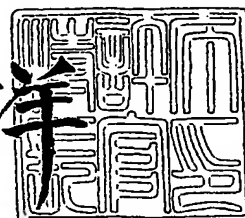
出 願 番 号            特 願 2 0 0 3 - 4 0 7 2 6 2  
Application Number:  
[ST. 10/C]:            [ J P 2 0 0 3 - 4 0 7 2 6 2 ]

出    願    人            日 立 電 線 株 式 有 限 公 司  
Applicant(s):

2 0 0 5 年    1 月 1 4 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小 川 洋



BEST AVAILABLE COPY

出証番号    出証特 2 0 0 4 - 3 1 2 2 5 5 7

【書類名】 特許願  
【整理番号】 PHC03381  
【提出日】 平成15年12月 5日  
【あて先】 特許庁長官 殿  
【国際特許分類】 G01L 3/10  
【発明者】  
    【住所又は居所】 東京都千代田区大手町一丁目 6 番 1 号 日立電線株式会社内  
    【氏名】 欧陽 松  
【発明者】  
    【住所又は居所】 東京都千代田区大手町一丁目 6 番 1 号 日立電線株式会社内  
    【氏名】 毛受 良一  
【特許出願人】  
    【識別番号】 000005120  
    【氏名又は名称】 日立電線株式会社  
【代理人】  
    【識別番号】 100071526  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 平田 忠雄  
【手数料の表示】  
    【予納台帳番号】 038070  
    【納付金額】 21,000円  
【提出物件の目録】  
    【物件名】 特許請求の範囲 1  
    【物件名】 明細書 1  
    【物件名】 図面 1  
    【物件名】 要約書 1

## 【書類名】特許請求の範囲

## 【請求項 1】

中心軸の周りに回転する磁歪特性を有する回転軸と、前記回転軸の外周と所定の間隔を有しながら前記回転軸と同軸に配置され、内周面に前記回転軸の歪を検出する絶縁被覆を有したコイルを備える円筒状フェライト磁心を備えた磁歪式トルクセンサにおいて、

前記円筒状フェライト磁心は、前記中心軸を含む平面によって前記内周面を 2 つに区分することによって形成される一対の対向したコイル形成用内周面を有し、

前記コイルは、前記一対の対向したコイル形成用内周面のそれぞれにおいて、前記中心軸に対して  $+45^\circ$  傾いて同一の位置に配置され、往電流と帰還電流を同一方向に流す直列に接続された往電流用コイルと帰還電流用コイルを含む第 1 のコイルと、前記中心軸に対して  $-45^\circ$  傾いて前記第 1 のコイルと直交しながら同一の位置に配置され、往電流と帰還電流を同一方向に流す直列に接続された往電流用コイルと帰還電流用コイルを含む第 2 のコイルを有することを特徴とする磁歪式トルクセンサ。

## 【請求項 2】

前記円筒状フェライト磁心は、前記中心軸を含む平面によって 2 つに分割される一対の半円筒状フェライト磁心を含むことを特徴とする請求項 1 記載の磁歪式トルクセンサ。

## 【請求項 3】

前記第 1 及び第 2 のコイルの前記往電流用コイル及び前記帰還電流用コイルは、複数の水平導線及び複数の垂直導線によって連続的に伸びる複数の往電流用コイル及び複数の帰還電流用コイルを含むことを特徴とする請求項 1 記載の磁歪式トルクセンサ。

## 【請求項 4】

前記第 1 及び第 2 のコイルの前記複数の水平導線及び前記複数の垂直導線は、同一の位置において異なった方向の電流を流すことを特徴とする請求項 3 記載の磁歪式トルクセンサ。

## 【請求項 5】

前記第 1 のコイルと前記第 2 のコイルは、フレキシブル基板の表裏の面上でジグザグ状に形成され、このフレキシブル基板を  $180^\circ$  折り重ねることにより形成されることを特徴とする請求項 1 記載の磁歪式トルクセンサ。

## 【請求項 6】

前記第 1 のコイルと前記第 2 のコイルは、前記一対の半円筒状フェライト磁心の間でブリッジ回路を構成するように接続されることを特徴とする請求項 2 記載の磁歪式トルクセンサ。

## 【請求項 7】

前記第 1 のコイルと前記第 2 のコイルは、それぞれの第 1 の端子が発振器の第 1 及び第 2 の端子に接続され、それぞれの第 2 の端子が歪検出用の端子に接続されてブリッジ回路を構成することを特徴とする請求項 1 記載の磁歪式トルクセンサ。

## 【請求項 8】

前記ブリッジ回路からの差動信号は、ロックイン増幅器で検出することを特徴とする請求項 7 記載の磁歪式トルクセンサ。

## 【請求項 9】

前記第 1 のコイルと前記第 2 のコイルは、前記一対の対向したコイル形成用内周面に形成した溝に収納されている構成の請求項 1 記載の磁歪式トルクセンサ。

## 【請求項 10】

前記一対の対向したコイル形成用内周面は、長さ  $L$  と内面半円周長  $P$  は、 $D$  を前記回転軸の直径とすると、

$$L \cong \pi D / 2 N \quad (N = 1, 2, 3, \dots)$$

$$P \cong \pi D / 2$$

前記溝の間隔  $G$  は、前記一対の対向したコイル形成用内周面の両端において、

$$G \cong \pi D / 4 N \quad (N = 1, 2, 3, \dots)$$

であることを特徴とする請求項 9 記載の磁歪式トルクセンサ。

## 【書類名】明細書

## 【発明の名称】磁歪式トルクセンサ

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、非接触磁歪式トルクセンサ、特に、磁歪特性を有する回転軸に加わるトルクを、透磁率変化による検出コイルのインダクタンス変化から非接触的に検出する非接触磁歪式トルクセンサに関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

自動車のパワーステアリング機構、エンジン制御機構、動力伝達機構などでは回転軸であるハンドル軸、その他の受動軸などに加わるトルクを検出する必要性が高い。

## 【0003】

一般に、磁歪特性を有する材料は、力を加えると比透磁率が変化し、圧縮力方向では比透磁率が減少し、張力方向では比透磁率が増加する。この原理を利用した磁歪式トルク検出装置が、例えば特許文献1及び2に記載されている。

## 【0004】

図6(a)に特許文献1に記載されている磁歪式トルク検出装置の略図を示す。図6(a)の磁歪式トルク検出装置は、受動軸である回転軸11の外周に、回転軸11に対して $\pm 45^\circ$ に複数の磁歪膜13、13を固着し、その外周に $\pm 45^\circ$ 磁歪膜13、13に対応してリング形検出コイル12、12を配設したものである。回転軸11に外部からトルクが印加されると、磁歪膜13、13の一方には張力が、他方には圧縮力が発生して歪が生じ、磁歪膜13、13の透磁率が変化する。この磁歪膜13、13の透磁率変化によるリング形検出コイル12、12のインダクタンス変化を検出して出力する。

## 【0005】

図6(b)に特許文献2に記載されている磁歪式トルク検出装置の略図を示す。図6(b)の磁歪式トルク検出装置は、磁歪回転軸11に対して $\pm 45^\circ$ 傾いた2条の検出コイル12、12を重ね合わせてリング形磁心14の内面に固着して、それを磁歪回転軸11の周囲に配置して、磁歪回転軸11の透磁率変化を検出して出力するものである。

## 【0006】

上述した磁歪式トルク検出装置の他に、図6(c)に示すものがある。図6(c)の磁歪式トルク検出装置は、磁歪回転軸11に対向配置したU字形磁心14上に巻回した検出コイル12、12を使用することにより、磁歪回転軸11の透磁率変化を検出して出力するものである。

【特許文献1】特開平1-94230号公報

【特許文献2】特開平6-194239号公報(図4~6及び実施例4)

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0007】

しかし、図6(a)の磁歪式トルク検出装置によれば、回転軸11に $\pm 45^\circ$ の磁歪膜13、13を固着するため、回転軸11を加工する必要があるという問題がある。

## 【0008】

また、図6(b)の磁歪式トルク検出装置によれば、回転軸11を加工する必要がないが、リング形磁心14の内面に $\pm 45^\circ$ の傾きを有して重ねて配置された2条の検出コイル12、12のインダクタンスの差を検出しているため、トルクを検出するためにはインダクタンスの増減方向を検出する必要があり、また、2条の検出コイル12、12のインダクタンスが等しくなった状態を零点に設定しようとする、零点の設定が容易にできないという問題がある。また、回転軸11はリング形磁心14を貫通する構造であるため、検出コイル12の装着容易性に欠けるという問題がある。

## 【0009】

また、図6(c)の磁歪式トルク検出装置によれば、回転軸11を加工する必要がなく

、回転軸 11 に装着容易であるが、検出コイル 12 が巻かれた U 字形磁心 14 は回転軸 11 に対してリング形磁心のような回転対称でなく、回転軸 11 が U 字形磁心 14 に対面していない部分があるため、出力信号のゼロ点が回転軸 11 の回転に伴って、大きく変動してしまうという問題がある。

#### 【0010】

従って、本発明の目的は、検出コイルの不要なインダクタンスの発生を抑え、回転軸の回転に伴う出力信号のゼロ点変動を小さくすることによって、磁歪回転軸に加わるトルクを精度よく検出する非接触磁歪式トルクセンサを提供することにある。

#### 【0011】

更に、本発明の他の目的は、回転軸に対して磁歪膜を固着するなどの加工を施すことを必要とせず、回転軸に装着容易である非接触磁歪式トルクセンサを提供することにある。

#### 【0012】

また、本発明の他の目的は、外部回路を必要としないで検出コイルのブリッジ回路を組むことによって、検出コイルの回路の安定した精確なゼロ点調整を容易に行う非接触磁歪式トルクセンサを提供することにある。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0013】

本発明によると、中心軸の周りに回転する磁歪特性を有する回転軸と、前記回転軸の外周と所定の間隔を有しながら前記回転軸と同軸に配置され、内周面に前記回転軸の歪を検出する絶縁被覆を有したコイルを備える円筒状フェライト磁心を備えた磁歪式トルクセンサにおいて、前記円筒状フェライト磁心は、前記中心軸を含む平面によって前記内周面を 2 つに区分することによって形成される一対の対向したコイル形成用内周面を有し、前記コイルは、前記一対の対向したコイル形成用内周面のそれぞれにおいて、前記中心軸に対して  $+45^\circ$  傾いて同一の位置に配置され、往電流と帰還電流を同一方向に流す直列に接続された往電流用コイルと帰還電流用コイルを含む第 1 のコイルと、前記中心軸に対して  $-45^\circ$  傾いて前記第 1 のコイルと直交しながら同一の位置に配置され、往電流と帰還電流を同一方向に流す直列に接続された往電流用コイルと帰還電流用コイルを含む第 2 のコイルを有することを特徴とする磁歪式トルクセンサを提供する。

#### 【0014】

前記円筒状フェライト磁心は、前記中心軸を含む平面によって 2 つに分割される一対の半円筒状フェライト磁心を含むことを特徴とする。

#### 【0015】

前記第 1 及び第 2 のコイルの前記往電流用コイル及び前記帰還電流用コイルは、複数の水平導線及び複数の垂直導線によって連続的に伸びる複数の往電流用コイル及び複数の帰還電流用コイルを含むことを特徴とする。

#### 【0016】

前記第 1 及び第 2 のコイルの前記複数の水平導線及び前記複数の垂直導線は、同一の位置において異なった方向の電流を流すことを特徴とする。

#### 【0017】

前記第 1 のコイルと前記第 2 のコイルは、フレキシブル基板の表裏の面上でジグザグ状に形成され、このフレキシブル基板を  $180$  度折り重ねることにより形成されることを特徴とする。

#### 【0018】

前記第 1 のコイルと前記第 2 のコイルは、前記一対の半円筒状フェライト磁心の間でブリッジ回路を構成するように接続されることを特徴とする。

#### 【0019】

前記第 1 のコイルと前記第 2 のコイルは、それぞれの第 1 の端子が発振器の第 1 及び第 2 の端子に接続され、それぞれの第 2 の端子が歪検出用の端子に接続されてブリッジ回路を構成することを特徴とする。

#### 【0020】

前記ブリッジ回路からの差動信号は、ロックイン増幅器で検出することを特徴とする。

【0021】

前記第1のコイルと前記第2のコイルは、前記一对の対向したコイル形成用内周面に形成した溝に収納されていることを特徴とする。

【0022】

前記一对の対向したコイル形成用内周面は、長さLと内面半円周長Pは、Dを前記回転軸の直径とすると、

$$L \approx \pi D / 2N \quad (N = 1, 2, 3, \dots)$$

$$P \approx \pi D / 2$$

前記溝の間隔Gは、前記一对の対向したコイル形成用内周面の両端において、

$$G \approx \pi D / 4N \quad (N = 1, 2, 3, \dots)$$

であることを特徴とする。

【発明の効果】

【0023】

本発明の非接触磁歪式トルクセンサによると、 $\pm 45^\circ$  コイルは電流が流れると磁歪回転軸に対してリング形軸回転対称検出コイルと同じ働きをするため、出力信号は磁歪回転軸の回転角度に依存することがない。即ち、磁歪回転軸の回転に伴う出力信号のゼロ点変動を小さくすることができる。

【0024】

また、本発明によると、トルクセンサは2つの半円筒状フェライト磁心に分割されるため、容易に磁歪回転軸に装着することができる。

【0025】

更に、本発明によると、 $\pm 45^\circ$  コイルに含まれる水平導線及び垂直導線は、それぞれ重なった部分で互いに反対方向の電流が流れるため、全体として電流が相殺されることにより、磁界が殆ど発生しない。従って、不要なインダクタンスの発生が抑えられ、検出誤差を無くすことができる。

【0026】

また、本発明によると、 $\pm 45^\circ$  コイルが、一对の対向したコイル形成用内周面のそれぞれに配置されるため、ブリッジ回路の接続が容易であり、外部回路を要しないでブリッジ回路が組める。ブリッジ回路のバランスをとることにより、安定した精確なゼロ点調整を容易に行うことができる。

【0027】

更に、本発明によると、ロックイン増幅器により雑音が除去されるため、検出誤差を無くすことができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0028】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照しながら説明する。

【0029】

図1は、本発明の磁歪式トルクセンサを示す。この磁歪式トルクセンサは、磁歪特性を有する、例えば、Ni、Fe-Al合金、Fe-Co合金などの回転軸1と、回転軸1の軸Oに対して $+45^\circ$  傾いたコイル2と $-45^\circ$  傾いたコイル4が内面に重ねて巻かれた2つの半円筒状フェライト磁心3、3とから構成される。2つの半円筒状フェライト磁心3、3は、磁歪回転軸1の軸Oに垂直な面において磁歪回転軸1と同心状に緊密に対向配置する。

【0030】

図2は、図1の磁歪式トルクセンサの分解斜視図であり、 $\pm 45^\circ$  コイル2、4の図示は省略する。図2に示すように、半円筒状フェライト磁心3の内面には、 $+45^\circ$  コイル2と $-45^\circ$  コイル4の配線を配置するため、磁歪回転軸1に対して $\pm 45^\circ$  傾いた複数の溝5が設けられている。

【0031】

図3は、図1の磁歪式トルクセンサのコイルの巻き方を示す。半円筒状フェライト磁心

の内面展開図である図3(a)に示すように、半円筒状フェライト磁心3の内面に設けられた溝5は、回転軸1の軸Oに対して $\pm 45^\circ$ で傾いている。溝5の広さは1mm、深さは1mmである。以下に説明するように、溝と溝との間の距離Gは、磁心3の長さL及び磁心3の内面半円周長Pに依存する。上述したように、内面の溝5に $+45^\circ$ コイル2と $-45^\circ$ コイル4が配線された2つの半円筒状フェライト磁心3は、回転軸1の側面と所定の距離r(図1)を置いて平行に配置し、かつ、回転軸1の軸Oに対して垂直な面において磁歪回転軸1と同心状に緊密に対向配置する。検出感度が向上するように半円筒状フェライト磁心3と回転軸1の側面との間の距離rは非常に小さく無視できるので、半円筒状フェライト磁心3の長さLは次式で設定される。

【0032】

$$L = \pi(D + 2r)/2N \approx \pi D/2N \quad (N = 1, 2, 3, \dots) \quad (1)$$

ここで、Dは回転軸1の直径、rは磁歪回転軸1と半円筒状フェライト磁心3との間の距離である。半円筒状フェライト磁心3の内面半円周長Pは

$$P = \pi(D + 2r)/2 \approx \pi D/2 \quad (2)$$

半円筒状フェライト磁心3の内面に溝5を作るとき、溝と溝との間の距離Gは

$$G = L/2 = \pi(D + 2r)/4N \approx \pi D/4N \quad (N = 1, 2, 3, \dots) \quad (3)$$

図3(b)は、 $N = 1$ 、 $P = L \approx \pi D/2$ 、 $G \approx \pi D/4$ であるときの溝5の形(図3(b)の右端を参照)と $+45^\circ$ コイル2及び $-45^\circ$ コイル4の巻き方を示す。図3(b)に示すように、 $+45^\circ$ コイル2は、半円筒状フェライト磁心3の内面に、頂点AからC(往)まで、ジグザグ状に $+45^\circ$ で配線し、引き続き、頂点CからA(復)まで、ジグザグ状に $+45^\circ$ で配線を形成する。同様に、 $-45^\circ$ コイル4は、同じ半円筒状フェライト磁心3の内面に、頂点BからD(往)まで、ジグザグ状に $-45^\circ$ で配線し、引き続き、頂点DからB(復)まで、ジグザグ状に $-45^\circ$ で配線を形成する。2つのコイル2と4を重ねて、1つの半円筒状フェライト磁心3の内面に形成する。 $+45^\circ$ コイル2と $-45^\circ$ コイル4には直径0.2mmのエナメル線6を用いて、 $+45^\circ$ コイル2と $-45^\circ$ コイル4の巻き数はそれぞれ2ターンである。

【0033】

図3(b)と同様に、図3(c)に、 $N = 2$ 、 $P \approx \pi D/2$ 、 $L \approx \pi D/4$ 、 $G \approx \pi D/8$ であるときの溝5の形(図3(c)の右端を参照)と $+45^\circ$ コイル2及び $-45^\circ$ コイル4の巻き方を示す。式(1)より、Nが大きくなると、半円筒状フェライト磁心3の長さLが小さくなる。即ち、トルクセンサの体積が小さくなる。しかし、Nが大きくなると、溝と溝との間の距離Gが短くなるため、回転軸1に対して同方向に傾く導線間の影響が大きくなり、出力信号に悪影響が発生する。

【0034】

なお、配線の形成方法として、1つのコイル(例えば $+45^\circ$ コイル2)を所定回数のみ巻いた後、もう1つのコイル(例えば $-45^\circ$ コイル4)を同一回数のみ巻き、重ね合わせる方法を上述したが、両方のコイルを交互に巻いてもよい。

【0035】

次に、本発明の磁歪式トルクセンサの動作原理について説明する。図4(a)に示すように、軸方向Xからみて、図面で左側を反時計方向に、図面で右側を時計方向に力が働くように、回転軸1にトルクTが印加される。以下、この方向のトルクTを正方向とする。このとき、回転軸1の前側から見て、回転軸1の $+45^\circ$ 方向には圧縮力が、 $-45^\circ$ 方向には張力が加わることになる。回転軸1の後側から見て、回転軸1の $-45^\circ$ 方向には圧縮力が、 $+45^\circ$ 方向には張力が加わることになる。この主応力 $\sigma$ はトルクTに比例し、回転軸1の直径をDとすると、次式で与えられる。

【0036】

$$\sigma = 16T/(\pi D^3) \quad (4)$$

このとき、回転軸1が磁歪効果を持っていれば、主応力 $\sigma$ により、軸磁気異方性Kuが誘起される。

【0037】

$$K_u = 2 \cdot (3/2) \lambda_s \sigma = 48 \lambda_s T / (\pi D^3) \quad (5)$$

ここで、 $\lambda_s$ は回転軸1の飽和磁歪定数である。この軸磁気異方性 $K_u$ によって、 $+\sigma$ 方向は磁化容易方向、 $-\sigma$ 方向は磁化困難方向となり、静磁エネルギーの関係から、磁化容易方向 $+\sigma$ 方向の比透磁率は増加し、逆に磁化困難方向 $-\sigma$ 方向の比透磁率は減少する。従って、磁化困難方向 $-\sigma$ 方向（圧縮力方向）に傾くコイルに電流を流すと、コイルにより形成する磁束は、磁化容易方向 $+\sigma$ 方向（張力方向）に傾いて張力方向の比透磁率が高くなるので、張力方向では磁束を減少させる方向に感応電流が流れ、感応電流によって感応電圧が誘起されるため、このコイルのインダクタンスは大きくなる。一方、磁化容易方向 $+\sigma$ 方向（張力方向）に傾くコイルに電流を流すと、コイルにより形成する磁束は、磁化困難方向 $-\sigma$ 方向（圧縮力方向）に傾いて圧縮力方向の比透磁率が小さくなるので、圧縮力方向では磁束を増加させる方向に感応電流が流れ、感応電流によって感応電圧が誘起されるため、このコイルのインダクタンスは小さくなる。

#### 【0038】

図4(b)は、上述したコイルの電気特性から磁歪回転軸1に印加されるトルクを検出するための検出回路である。図4(a)の4つの検出コイル2-1、2-2、4-1、4-2で、図4(b)に示すようなブリッジ回路を構成する。コイル4-1のb端とコイル4-2のe端が接続される。同様に、コイル2-1のd端とコイル2-2のg端が接続される。そして、直列接続された検出コイル2-1と2-2、4-1と4-2との両端に回路を駆動する発振器7を接続し、検出コイル2-1と2-2の間、及び検出コイル4-1と4-2の間に、トルク印加時にブリッジ回路から発生する差動信号を検出・増幅して出力するロックイン増幅器8を接続する。

#### 【0039】

次に、図4(b)の検出回路の動作について説明する。発振器7から発生する高周波数電流Iがコイル4-1のa端とコイル2-1のc端に流入し、コイル4-2のf端とコイル2-2のh端に流出する。トルクが印加されていないとき、検出回路が平衡状態になるようにゼロ点調整を行う。図4(a)に示すように、正トルクが印加されるとき、コイル4-1とコイル2-2のインダクタンスLが $\Delta L$ 増加し、コイル4-2とコイル2-1のインダクタンスLが $\Delta L$ 減少し、ロックイン増幅器8からの出力Vは正方向に増加する。それに対して、負トルクが印加されるとき、コイル4-1とコイル2-2のインダクタンスLが $\Delta L$ 減少し、コイル4-2とコイル2-1のインダクタンスLが $\Delta L$ 増加し、ロックイン増幅器8からの出力Vは負方向に減少する。これより、トルクTの方向及び大きさが検出される。

#### 【0040】

図4(b)の検出回路によれば、4つの検出コイル2-1、2-2、4-1、4-2のブリッジ回路のバランスをとることにより、更に、ロックイン増幅器8により雑音が除去されるため、安定した精確なゼロ点調整を容易に行うことができる。

#### 【0041】

図4(a)に示すように、回転軸1の前側に配置する半円筒状フェライト磁心3-2の内面に配置される $+45^\circ$ コイル2-2の接続用導線（即ち、回転軸1に平行な導線部）2bと、回転軸1の後側に配置する半円筒状フェライト磁心3-1の内面に配置される $+45^\circ$ コイル2-1の接続用導線（即ち、回転軸1に平行な導線部）2bは重ねて配置され、互いに反対方向の電流が流れるため、全体として電流が相殺されることにより、磁界が殆ど発生しない。同様に、回転軸1の前側に配置する半円筒状フェライト磁心3-2の内面に配置される $-45^\circ$ コイル4-2の接続用導線4b（即ち、回転軸1に平行な導線部）と、回転軸1の後側に配置する半円筒状フェライト磁心3-1の内面に配置される $-45^\circ$ コイル4-1の接続用導線（即ち、回転軸1に平行な導線部）4bは重ねて配置され、互いに反対方向の電流が流れるため、全体として電流が相殺されることにより、磁界が殆ど発生しない。一方、半円筒状フェライト磁心3-1、3-2の内面に配置される $+45^\circ$ コイル2-1、2-2の接続用導線（即ち、回転軸1に垂直な導線部）2cと、同一半円筒状フェライト磁心3-1、3-2の内面に配置される $-45^\circ$ コイル4-1、4



−2の接続用導線（即ち、回転軸1に垂直な導線部）4cは重ねて配置され、互いに反対方向の電流が流れるため、全体として電流が相殺されることにより、磁界が殆ど発生しない。従って、不要なインダクタンスの発生が抑えられ、検出誤差を無くすることが出来る。

#### 【0042】

さらに、上述した磁歪式トルクセンサの構造によれば、内面に $+45^\circ$  コイル2と $-45^\circ$  コイル4を有する2つの半円筒状フェライト磁心3を磁歪回転軸1の全周に対向配置することにより、磁歪回転軸1の局所的な磁気特性変化があっても、磁歪回転軸1の回転角度に依らず、出力センサの出力特性に影響することなく、安定することができる。即ち、磁歪回転軸1の回転に伴う出力信号のゼロ点変動を小さくすることができる。

#### 【0043】

また、磁歪式トルクセンサは2つの半円筒状フェライト磁心3で構成されるため、容易に回転軸1に装着することができる。

#### 【0044】

図5は、本発明の磁歪式トルクセンサの他の実施の形態を示す。1つの検出コイル10を形成するため、図5(a)に示すように、コイル配線10-1は細長帯状のフレキシブル基板9の片面に頂点AからCまでジグザグ状に $+45^\circ$  配線し（配線の表面は絶縁処理されている）、引き続き、頂点CからEまでジグザグ状に $-45^\circ$  配線（配線の表面は絶縁処理されている）を形成する。この配線の両端AとEには、取り出し用のパッドを形成する。同様に、コイル配線10-2はフレキシブル基板9の反対面に頂点B1（B点の反対面にある）からD1（D点の反対面にある）までジグザグ状に $-45^\circ$  配線し（配線の表面は絶縁処理されている）、引き続き、頂点D1からF1（F点の反対面にある）までジグザグ状に $+45^\circ$  配線（配線の表面は絶縁処理されている）を形成する。この配線の両端B1とF1には、取り出し用のパッドを形成する。そして、このフレキシブル基板9を、図5(b)に示すように、線分C(C1)−D(D1)に沿って折り曲げてAとE及びBとFを重ね、反対面のA1とE1及びB1とF1を重ねて、図5(c)に示すような1条の $\pm 45^\circ$  コイル10を形成する。そして、この $\pm 45^\circ$  コイル10を半円筒状フェライト磁心3の内面に固着して、2つの半円筒状フェライト磁心3を前述の実施の形態と同様に、磁歪回転軸1の全周に緊密に対向配置して磁歪式トルクセンサを構成する。

#### 【0045】

なお、図5の磁歪式トルクセンサの動作原理については、図4で説明した動作原理と同様であるので説明は省略する。

#### 【0046】

図5の構造によれば、コイル10の $\pm 45^\circ$  傾いた部分以外の導線部、即ち、磁歪回転軸1に対して平行な導線部と垂直な導線部では、各導線部で互いに反対方向の電流が流れるため、全体として電流が相殺されることにより、磁界が殆ど発生しない。従って、不要なインダクタンスの発生が抑えられ、検出誤差を無くすることが出来る。また、このように内面に $+45^\circ$  コイル2と $-45^\circ$  コイル4を有する2つの半円筒状フェライト磁心3を磁歪回転軸1の全周に対向配置することにより、磁歪回転軸1の局所的な磁気特性変化があっても、磁歪回転軸1の回転角度に依らず、出力センサの出力特性に影響することなく、安定することができる。即ち、磁歪回転軸1の回転に伴う出力信号のゼロ点変動を小さくすることができる。

#### 【0047】

また、検出コイルの数は4つあるため、検出コイルのブリッジ回路を構成し、ブリッジ回路のバランスをとることにより、安定した精確なゼロ点調整を容易に行うことができる。

#### 【0048】

なお、図5に示す構造では、検出コイル10は2層に形成しているが、実際応用するとき、検出コイル10は多層に形成することにより、検出感度の向上が図れる。

#### 【0049】

更に、図5の構造によれば、半円筒状フェライト磁心3の内面に溝を加工する必要がな

いため、より安価に磁歪式トルクセンサを構成することができる。

【0050】

また、磁歪式トルクセンサは2つの半円筒状フェライト磁心3で構成されるため、容易に回転軸1に装着することができる。

【図面の簡単な説明】

【0051】

【図1】本発明の磁歪式トルクセンサの概略図である。

【図2】図1の磁歪式トルクセンサの分解斜視図である。

【図3】図1の磁歪式トルクセンサのコイルの巻き方を示す模式図である。

【図4】(a)は図1の磁歪式トルクセンサの動作原理を示す模式図であり、(b)は磁歪回転軸に印加されるトルクを検出するための検出回路図である。

【図5】(a)～(d)は本発明の他の実施の形態に係る磁歪式トルクセンサの製造方法を示す概略図である。

【図6】(a)～(c)はそれぞれ従来の磁歪式トルクセンサの概略図である。

【符号の説明】

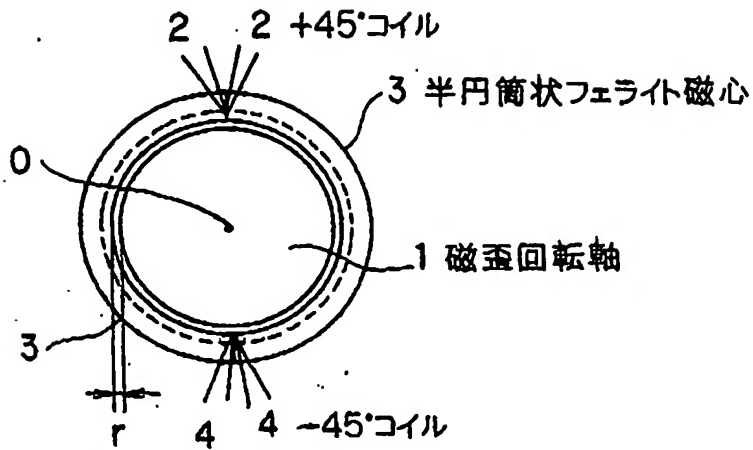
【0052】

- 1 磁歪回転軸
- 2、2-1、2-2 +45° コイル
- 2a、2b、2c 導線
- 3、3-1、3-2 半円筒状フェライト磁心
- 4、4-1、4-2 -45° コイル
- 4a、4b、4c 導線
- 5 溝
- 6 エナメル線
- 7 発振器
- 9 フレキシブル基板
- 10 ±45° コイル
- 10-1、10-2 コイル配線
- 11 磁歪回転軸
- 12 コイル
- 13 磁歪膜
- 14 磁心

【書類名】 図面

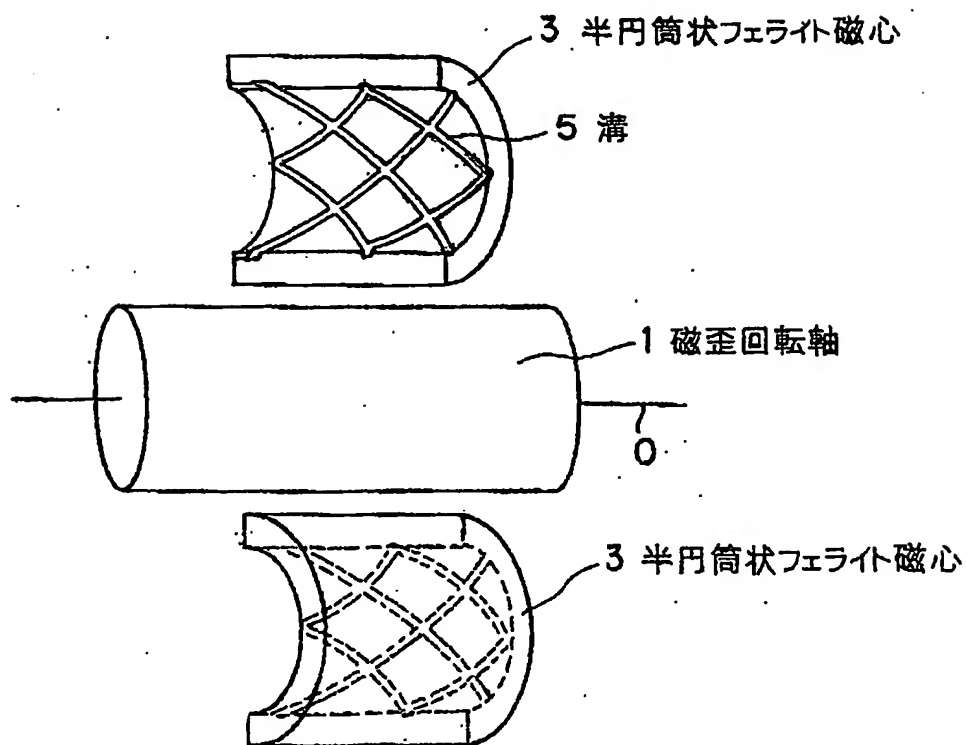
【図 1】

図 1



【図 2】

図 2



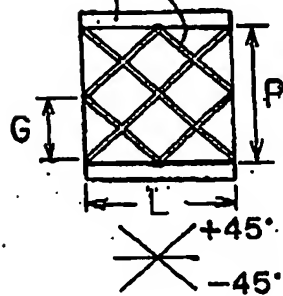
【図 3】

図 3

3 半円筒状フェライト磁心

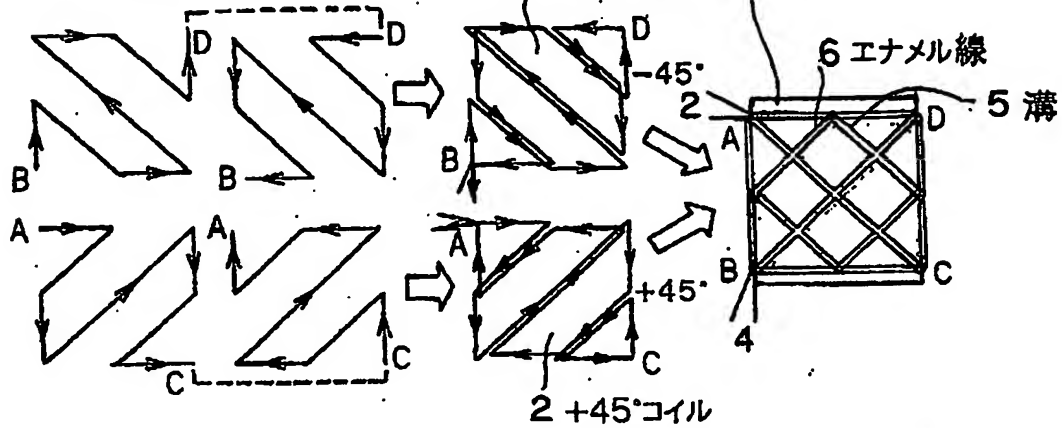
5 溝

(a)



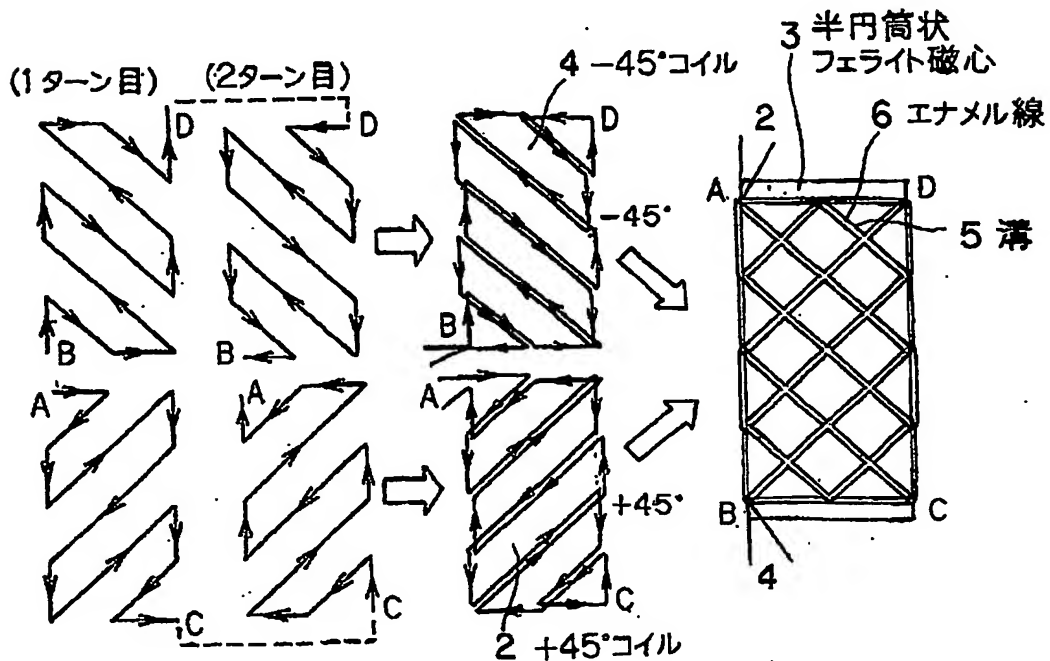
(1ターン目) (2ターン目)

(b)



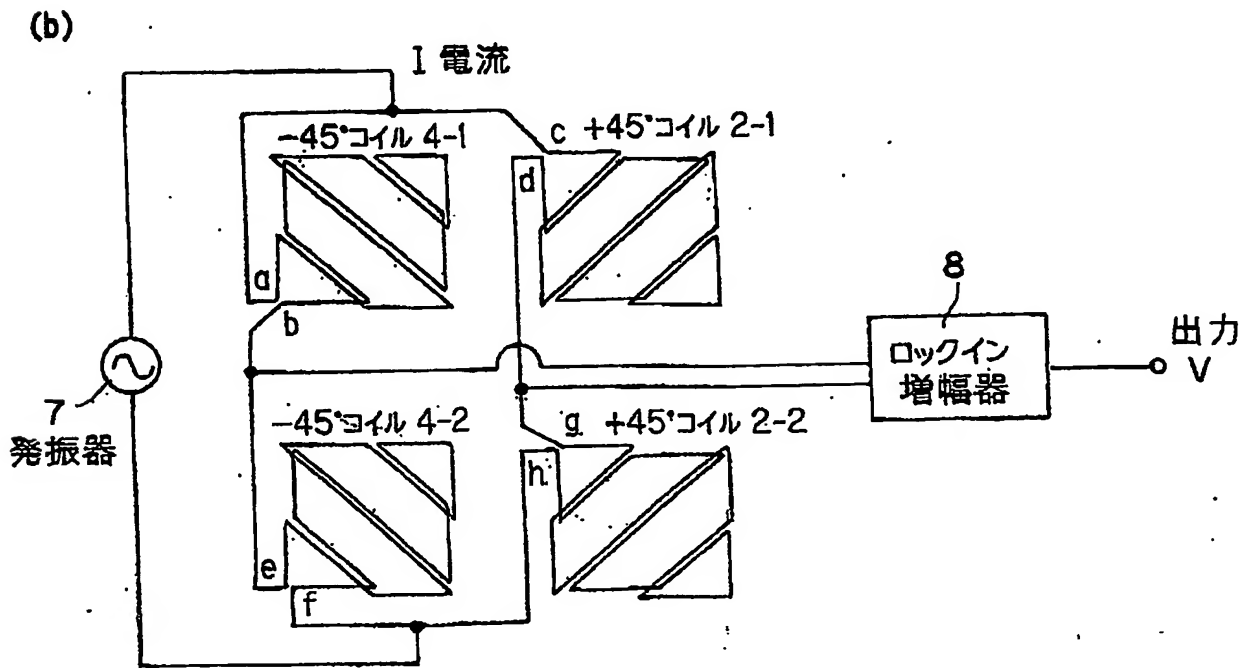
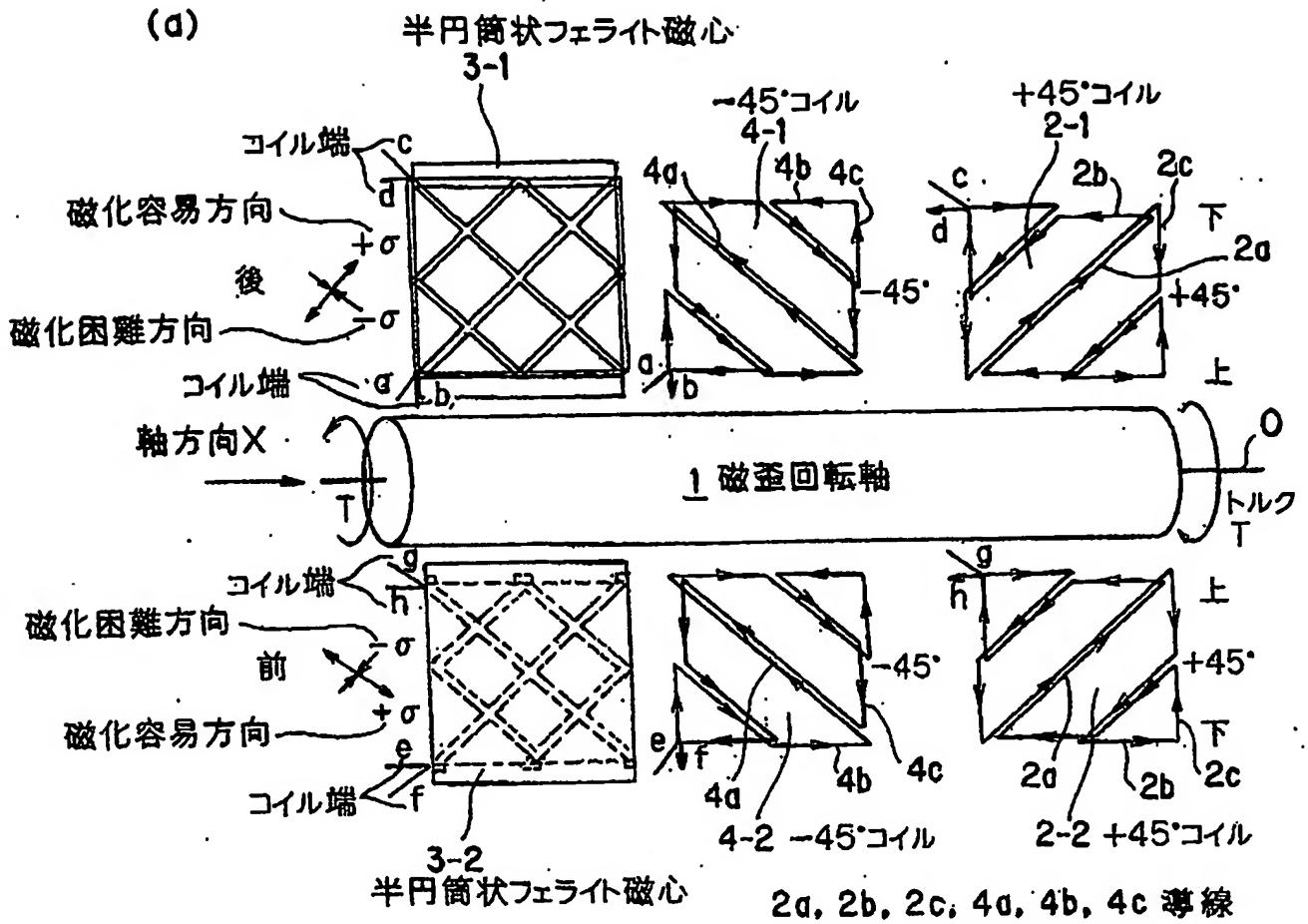
(1ターン目) (2ターン目)

(c)



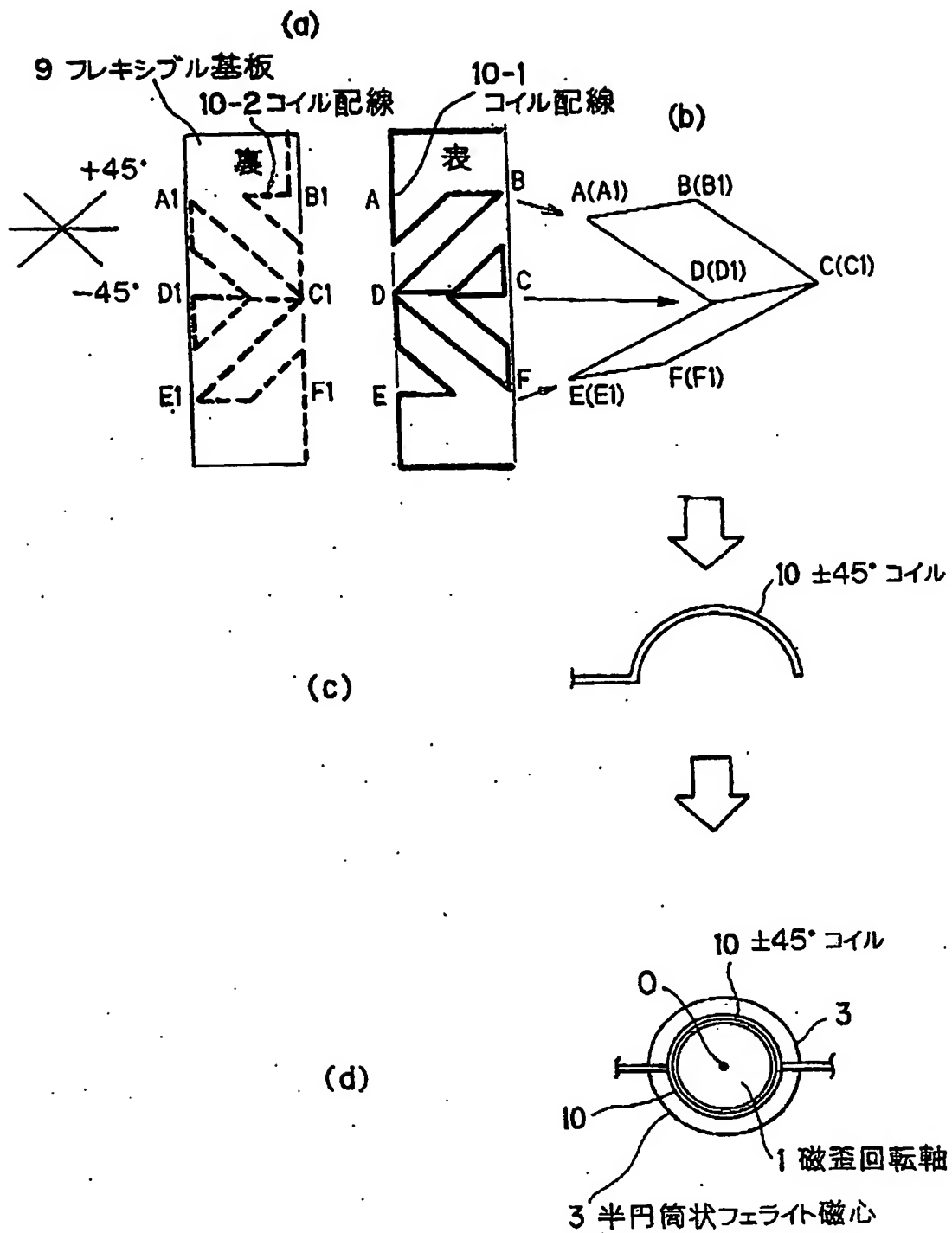
【図 4】

図 4

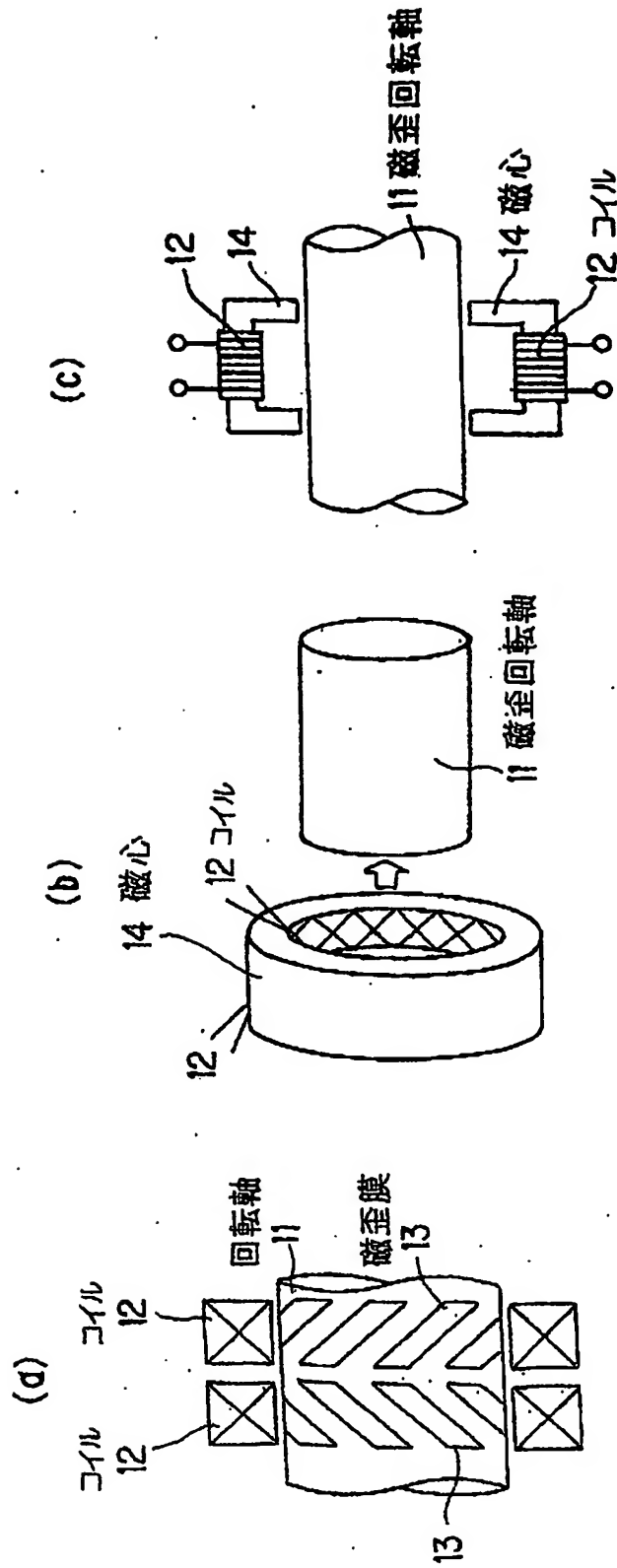


【図 5】

図 5



【図6】



**【書類名】要約書****【要約】**

**【課題】** 回転軸に加工を施すことを必要とせず、回転軸に装着容易であり、検出コイルの不要なインダクタンスの発生を抑え、外部回路を必要としないで検出コイルのブリッジ回路を組むことにより検出コイルの回路の安定した精確なゼロ点調整を容易に行うとともに、回転軸の回転に伴う出力信号のゼロ点変動を小さくすることによって、磁歪回転軸に加わるトルクを容易に精度よく検出する非接触磁歪式トルクセンサを提供する。

**【構成】** この磁歪式トルクセンサは、磁歪特性を有する回転軸 1 と、回転軸 1 の軸 O に対して  $+45^\circ$  傾いたコイル 2 と  $-45^\circ$  傾いたコイル 4 が内面に重ねて巻かれた 2 つの半円筒状フェライト磁心 3、3 とから構成される。2 つの半円筒状フェライト磁心 3、3 は、磁歪回転軸 1 の軸 O に垂直な面において磁歪回転軸 1 と同心状に緊密に対向配置する。

**【選択図】** 図 1



特願 2003-407262

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000005120]

1. 変更年月日

1999年11月26日

[変更理由]

住所変更

住 所

東京都千代田区大手町一丁目6番1号

氏 名

日立電線株式会社

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP04/018238

International filing date: 01 December 2004 (01.12.2004)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP  
Number: 2003-407262  
Filing date: 05 December 2003 (05.12.2003)

Date of receipt at the International Bureau: 27 January 2005 (27.01.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**